

## **La realizzazione del Progetto IDIFO6 del PLS nell'a.s. 2016-17 a Udine**

*Alberto Stefanel, Marisa Michelini, Daniele Buongiorno, Matteo Petris, Lorenzo Santi.*

*Unità di Ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Udine*

*buongiorno.daniele@spes.uniud.it, marisa.michelini@uniud.it, idifo@uniud.it,*

*lorenzo.santi@uniud.it, alberto.stefanel@uniud.it*

### **Abstract.**

Il progetto IDIFO6 del PLS nell'a.s. 2016-17 ha offerto alle scuole sette diverse proposte di fisica moderna. Le proposte, che hanno impostazione didattica laboratoriale e sono basate sulla ricerca didattica, sono state offerte con azioni a livello locale e nazionale: laboratori Cloe e Masterclass per studenti, co-progettati con le scuole e i docenti, Moduli formativi per insegnanti, un corso di Perfezionamento, un Master, due scuole estive per studenti di talento, una scuola nazionale per insegnanti, progetti di alternanza scuola-lavoro. Le specifiche proposte didattiche esemplificano il modello di collaborazione (e non solo di raccordo) scuola-università.

### **1. Introduzione.**

L'insegnamento/apprendimento della fisica moderna nella scuola superiore è una sfida che coinvolge la possibilità di formare una cultura scientifica dei futuri cittadini integrata con la formazione culturale generale, che li metta in grado di contribuire in modo responsabile alle scelte della società odierna (Hake 2000; Ostermann, Moreira 2000; Michelini 2010). L'Unità di Ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Udine da oramai oltre venti anni ha sviluppato progetti di ricerca sulla didattica della meccanica quantistica (Ghirardi et al. 1996, 1997; Michelini et al. 2000; Michelini, Stefanel 2010), della superconduttività (Michelini, Viola, 2010; Michelini, Santi, Stefanel 2014 a), della fisica delle moderne tecniche di analisi dei materiali (Corni et al. 1993a; 1996 b; Mossenta 2000), degli esperimenti ponte tra fisica classica e fisica moderna (Corni et al. 1993b; Michelini, Santi, Stefanel 2014b), delle tematiche trasversali come quelle di massa e energia (Michelini, Pugliese, Santi 2013; 2014) o della sezione d'urto (Corni et al. 1996a). E' stata promotrice di sei progetti nazionali (IDIFO1-IDIFO6) su Innovazione Didattica e in Fisica moderna e Orientamento, coordinando un pool di gruppi di ricerca di venti università italiane e dell'INFN, che hanno portato nei progetti il proprio expertise di ricerca in fisica e in didattica della fisica (Michelini 2010a,b,c; Battaglia et al. 2011). Recentemente esso è entrato a far parte istituzionalmente di diversi curricula scolastici italiani. Vi è pertanto una diffusa e differenziata richiesta da parte delle scuole sia di formazione insegnanti, sia di azioni formative rivolte agli studenti.

Il progetto IDIFO6 del PLS nell'a.s. 2016-17 ha messo in campo la competenza di ricerca dell'URDF dell'Università di Udine e delle sedi collegate anche per dare risposta a tali nuove richieste delle scuole. Esso ha offerto sette diverse proposte di fisica moderna: 1) analisi di alcuni concetti fondamentali in diverse teorie, come quelli di stato, misura, sezione d'urto; 2) studio sperimentale dei contesti che hanno costituito problema interpretativo per la fisica classica, come l'effetto fotoelettrico o l'esperimento di Franck-Hertz; 3) Problem solving basato su interpretazioni semiclassiche di tecniche di analisi usate nella ricerca sperimentali, come la RBS o la TRR; 4) studio di fenomeni, come la diffrazione ottica, che costituiscono un ponte tra diverse teorie interpretative; 5) esplorazione di nuovi fenomeni, come ad esempio quello della superconduttività, per la costruzione di leggi fenomenologiche; 6) Riformulazione di concetti cardine come quelli di massa e energia alla luce delle teorie fondamentali della fisica moderna; 7) avvicinarsi ai concetti base della meccanica quantistica per sviluppare il pensiero formale con un approccio alla Dirac in specifici contesti fenomenologico come quello della polarizzazione ottica. Le proposte, che hanno impostazione didattica laboratoriale e sono basate sulla ricerca didattica, sono state offerte con azioni a livello locale e nazionale: laboratori Cloe e Masterclass per studenti, co-progettati con le scuole e i docenti, Moduli formativi per insegnanti, un corso di Perfezionamento, un Master, due scuole estive per studenti di talento, una scuola nazionale per insegnanti, progetti di alternanza scuola-lavoro. Le specifiche proposte didattiche esemplificano il modello di collaborazione (e non solo di raccordo) scuola-università. Se ne discutono le principali caratteristiche, documentandone i principali esiti.

### **2. Scuole estive e laboratori per studenti**

Nel progetto IDIFO6 diverse azioni sono state rivolte agli studenti delle scuole superiori.

## 2.1 Scuole estive per Studenti

Le più qualificate proposte, per l'offerta messa in campo e qualità degli studenti coinvolti, sono le due Scuole Nazionali per Talenti full immersion (SENS-FM 2016 e SENS-FM2017), che hanno coinvolto, per una settimana di 40 ore di attività formative, 36 studenti ciascuna provenienti da 18 diverse regioni italiane (fig. 1), le cui domande sono state selezionate tra oltre 270 presentate dai migliori studenti delle classi quarte di tutta Italia. La prima scuola è stata totalmente finanziata dal MIUR su progetto condiviso con il Convitto Nazionale di Cividale (UD) e la seconda sui fondi PLS del progetto IDIF06, con diversi contributi tra cui uno di 15000,00€ dal Progetto di Diffusione culturale dell'Università di Udine.

La prospettiva di ricerca ha caratterizzato la progettazione e attuazione delle due scuole estive.

Le proposte didattiche che hanno costituito la parte preminente delle scuole sono state tutte progettate come contesti di indagine sui processi di apprendimento degli studenti, monitorati con tutorial, questionari e gare. Si sono basate su strategie IBL (Abd-El-Khalick et al. 2004; McDermott 1991; McDermott et al.1998; Michelini 2010), con approccio operativo in cui gli studenti hanno costruito i personali percorsi di apprendimento attraverso l'esplorazione di contesti fenomenologici. Esse sono state una riprogettazione delle proposte sviluppate nei diversi ambiti dall'URDF specificamente calibrate per adattarsi a studenti di alto livello e ai tempi serrati che hanno caratterizzato i programmi delle scuole (Michelini 2010b; Michelini, Santi, Stefanel 2017). In alcuni casi, come ad esempio per la proposta sulla spettroscopia, le scuole estive sono state il contesto di sviluppo e test di fattibilità di una nuova proposta didattica (Buongiorno et al 2017, 2018a,b). Le attività più qualificanti della scuola sono state quelle sperimentali, proposte in quattro turni di laboratorio sperimentale di 2h ciascuno, reso possibile dall'insieme di esperimenti sulla fisica moderna e avanzata di cui si è dotata l'URDF nel corso degli anni che costituiscono un'offerta unica nel panorama italiano, proposto non solo nella scuola estiva, ma anche alle scuole del territorio come LEA-Laboratori su Esperimenti Avanzati (par. 2.3).

L'intero impianto delle Scuole Estive è stato l'esito di un'analisi di ricerca sulle caratteristiche delle attività per le eccellenze, basato sul modello messo a punto e già sperimentato nelle precedenti edizioni delle scuole estive (Michelini 2010b; Cassan et al. 2010; Gervasio et al.2010; Michelini, Santi, Stefanel 2010, 2017; Martinuzzi et al. 2015). Tale modello ha previsto un bilanciato contributo di diverse attività: 1) Laboratori didattici 46%; 2) Laboratorio sperimentale 23%; 3) Gare 4% 4) Preparazione relazioni e prove finali 11%; 6) Seminari 8%; 7) Visite 8%.

La valutazione degli apprendimenti degli studenti è stata effettuata sulla base di criteri di ricerca documentandone gli esiti in lavori di ricerca pubblicati e in corso di pubblicazione (Michelini, Stefanel 2017; Buongiorno et al. 2018 a). Gli esiti della valutazione effettuata dagli studenti secondo gli standard del PLS è sintetizzata in fig...In essa si può evidenziare l'alto livello di interesse, stimolo alla riflessione teorica, utilità delle attività per capire cos'è la fisica. Emerge chiaramente anche la percezione della propria preparazione non sempre sufficiente per affrontare le attività della scuola, e qualche riserva su materiali e docenti che esprime più la difficoltà che alcuni studenti hanno incontrato soprattutto sulle tematiche in cui era richiesto il maggior sforzo concettuale e di formalizzazione, come indicato dagli stessi studenti nei commenti liberi.

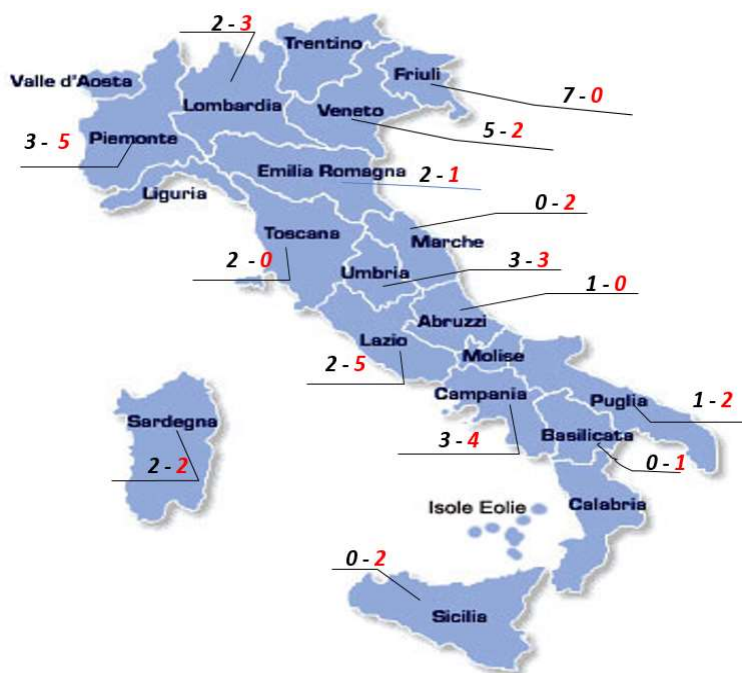


Fig.1 Studenti selezionati per le due scuole estive SENS-FM 2016 (a sinistra in nero) e SENS-FM 2017 (a destra in rosso)

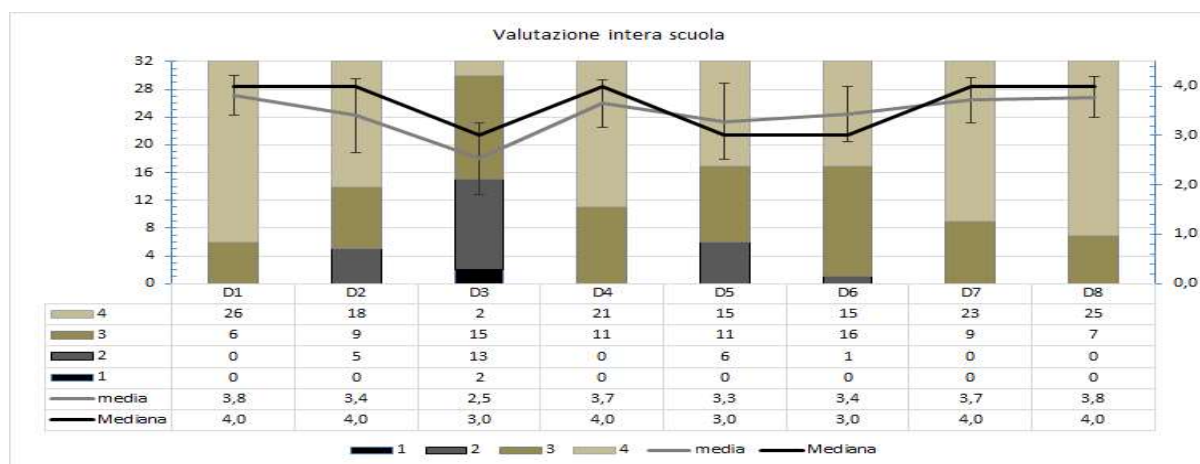


Fig....Distribuzione delle valutazioni in una scala da 1 a 4 (1 assolutamente no, 4 assolutamente sì) sulle seguenti voci D1. – Interesse argomenti; D2- Impegno richiesto; D3 – Preparazione scolastica; D4-Locali e attrezzature; D5 Materiali scritti; D6 Chiarezza docenti; D7 Utilità delle attività per capire cos'è la fisica; D8 –valeva la pena partecipare.

Nella figura seguente sono raccolte le tematiche che gli studenti vorrebbero approfondire, in cui spicca la tematica della Meccanica quantistica, considerata più affascinante, interessante, la superconduttività per l'intreccio tra teoria-esperimento e applicazione tecnologica che coinvolge, La relatività, per la visione nuova che apre.

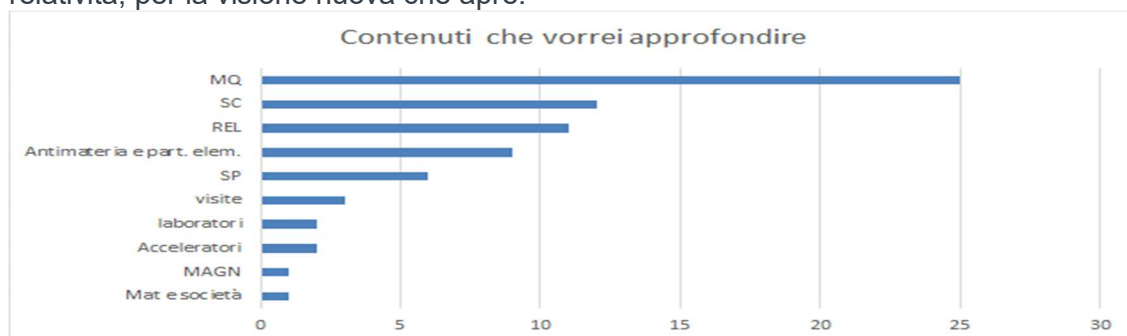


Fig. Contenuti ritenuti di interesse per approfondimenti.

## 2.2 Moduli per l'orientamento Formativo e attività di alternanza scuola – lavoro

È stato realizzato lo stage Modulo Formativo di Laboratorio di Fisica (MFLF) per 25 studenti di IV superiore, totalmente finanziato dall'Università di Udine nell'ambito del Progetto MODULI di raccordo tra la scuola e l'Università di Udine.

Attività di Alternanza Scuola Lavoro (ASL) sono state offerte su attività innovative a 239 studenti di classi terza e quarta di 5 scuole delle Regioni FVG e Veneto. Il carattere peculiare e comune di queste attività è stata l'individuazione di compiti di lavoro per gli studenti con definiti obiettivi da raggiungere e prodotti da realizzare in 20-40 ore. Si sono differenziate per tema, individuati insieme ai docenti referenti delle scuole, e per le modalità di attuazione.

Con 158 studenti della rete di scuole del trevigiano di cui è capofila il LS Da Vinci di Treviso l'attività ASL ha riguardato: A) progettazione di esperimenti di ottica e discussione di tali progetti per una loro realizzazione, B) Analisi dell'esperimento del goniometro ottico per lo studio degli spettri atomici; C) studio dei fenomeni termici con sensori collegati al computer; realizzazione di una mostra di esperimenti.

Presso il LS Flaminio di Vittorio Veneto (TV) le attività hanno coinvolto 41 studenti e hanno riguardato: A) la fisica del suono e le misure con App; B) giochi di polarizzazione; C) misure di inquinamento acustico e rumore ambientale nell'ambito del progetto City Sound Scape. Anche questa attività ha dato luogo a una mostra.

Le modalità di lavoro, le due mostre interattive di esperimenti realizzate dagli studenti per la continuità didattica e i dati sull'inquinamento acustico per Smart City con impiego di mobile sono



stati oggetto di comunicazioni ai congressi AIF, SIF in Italia e MPTL in UK (Archidiacono et al 2017; Buongiorno et al 2017 a, b, c).

Una terza tipologia di attività ASL è stata realizzata con 40 studenti del LS Marinelli di Udine presso il laboratorio CLDF del CIRD dell'Università di Udine ed ha riguardato: A) censimento, catalogazione, revisione materiali della mostra GEI, sezione dei fluidi per gli studenti di classe terza, e ottica fisica per gli studenti di classe quarta; B). Misure campione; C) confronto tra apparati (commerciali vs smartphone). I prodotti sono stati oltre che i progetti di esperimenti, i prototipi stessi degli apparati realizzati dagli studenti, i video di supporto che ne presentano il funzionamento, le schede per l'insegnante che li affiancano.

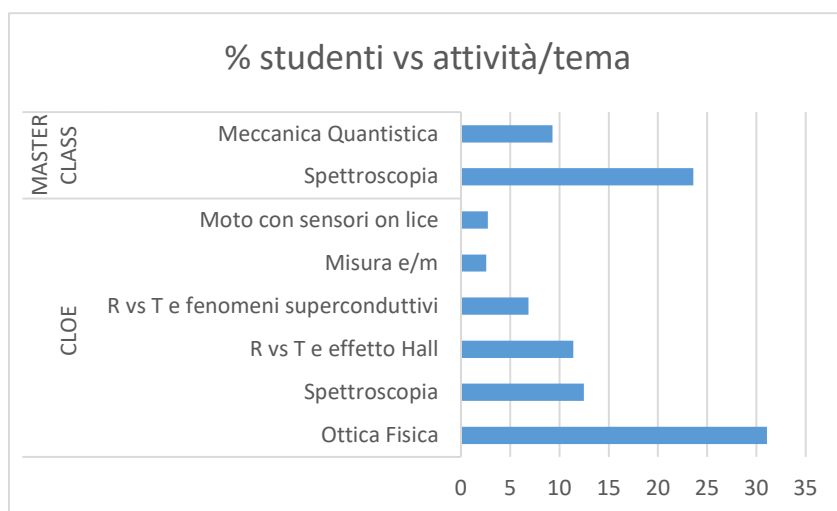
### 2.3 Laboratori didattici in presenza

Nel periodo autunno 2016-primavera 2017, sono stati realizzati diversi tipi di laboratorio PLS con impostazione e materiali di ricerca in didattica della fisica, per 621 studenti di 23 scuole di Friuli e Veneto con 31 insegnanti. Ogni tipo di laboratorio ha comportato una fase di co-progettazione con gli insegnanti, attività degli insegnanti nelle classi, attività laboratoriale all'università, ulteriore lavoro nelle classi da parte di insegnanti e universitari a seconda dei casi, valutazione congiunta. È stato realizzato anche l'evento standard INFN IPOGG Masterclass in collaborazione con il CERN a cui hanno partecipato 90 studenti. I tipi di laboratorio PLS realizzati sono stati: 1) MASERCLASS (15 su: superconduttività, meccanica quantistica, ottica fisica e spettroscopia), che comprendevano 4-6 h di progettazione, 4-6 h di preparazione degli studenti nelle classi a cura dell'insegnante di scuola; 8 ore di attività presso l'università a cura di ricercatori URDF e insegnanti delle classi; 4-6 h completamento e verifica; 4-6 h valutazione da parte di insegnanti e ricercatori; 2) LEA-Laboratori su Esperimenti Avanzati (Misura della velocità della luce; della resistività e del coefficiente di Hall per metalli e semiconduttori; misura del rapporto  $e/m$  per l'elettrone, Franck&Hertz, effetto Ramsauer), consistenti in laboratori sperimentali a gruppi di 4 h su esperimenti avanzati di fisica moderna da svolgere all'Università, e attività di progettazione, completamento e verifica per altre 12 ore; 3) CLOE su specifici nodi concettuali (6 sessioni su: polarizzazione ottica, spettri atomici e laboratorio in tempo reale con sensori on-line), che prevedevano 4-6 h di progettazione, 4-6 h preparazione studenti nelle classi a cura dell'insegnante della scuola; 4 h attività presso l'università a cura di ricercatori e docenti; 6-8 h completamento; 4-6 h verifica e valutazione.



Fig...Studenti impegnati nelle attività laboratoriali presso l'Università di Udine.

Sono inoltre stati effettuati Laboratori brevi (4-8 h all'università) con le seguenti tipologie: a) IPOGG MASTERCLASS, secondo lo standard INFN; b) Laboratori Tematici (L T) anche nell'ambito del Salone dello Studente, nel contesto di Conoscenze in Festa dell'Università di Udine e dell'iniziativa Energia in Gioco del Comune di Udine. Nell'autunno-inverno 2017 sono state coinvolti complessivamente 998 studenti e 67 docenti di 102 classi di 25 scuole superiori delle province di UD, PN, GO, TS, TV, BL, VI, VE, TN, PG. In fig. il riepilogo della percentuale di studenti per ciascuna tipologia di attività e di tematica dei laboratori didattici in presenza.



[Usare una citazione significativa del documento per attirare l'attenzione del lettore o usare questo spazio per enfatizzare un punto chiave. Per posizionare questa casella di testo in un punto qualsiasi della pagina, è sufficiente trascinarla.]

Tutte le attività sono state valutate su diversi piani: apprendimento, efficacia didattica, efficacia dei materiali, gradimento, con test PLS e di ricerca didattica e tutorial. Sono stati analizzati i dati di oltre 600 studenti e di 49 insegnanti: il 78% degli studenti ha dichiarato le attività molto interessanti e ben integrate nel curriculum ed il 70% utili per l'orientamento. Il 98% dei docenti ha valutato altamente integrati i temi con quelli del curriculum, raggiunti gli obiettivi, alti gli esiti di apprendimento in confronto all'ordinaria attività didattica.

### 3. Attività didattiche di autovalutazione

L'Università di Udine non ha una laurea triennale in fisica, avendo condiviso regionalmente la Laurea in Fisica con l'Università di Trieste. Ha pertanto collaborato con Trieste per tale attività ed ha in autonomia effettuato le seguenti attività: 1) studio e messa a punto di test con metodi di ricerca didattica a partire da standard internazionali; 2) discussione con 10 docenti di scuola secondaria superiore del territorio dei materiali prodotti, perché ne facessero autonoma somministrazione agli studenti; 3) somministrazione ed analisi dei questionari prodotti con 30 studenti auto selezionati.

### 4. Azioni per la formazione insegnanti

#### 4.1 Moduli di Intervento Formativi (MIF)

Grande e di qualità è stato l'impegno di formazione degli insegnanti, comprendente le seguenti attività, svolte con il coinvolgimento attivo di 92 insegnanti di scuola secondaria interessati per attività a gruppi non più numerosi di 20-25 partecipanti e di non meno di 50 ore di offerta didattica organica per il loro sviluppo professionale. Ogni attività ha rispettato un modulo (MIF) in cui vi erano 8-12 ore di lezione, 8-10 ore di laboratorio, 15-18 ore di sperimentazione in classe, 15-18 ore di lavoro individuale. L'obbligo di presenza per il 70% del tempo, di consegna di una progettazione didattica e di una relazione finale di sperimentazione didattica secondo specifica Rubrica come esame finale, hanno garantito la qualità della formazione attestata in termini di competenze acquisite. È stata organizzata la valutazione di ogni MIF da parte dei corsisti e dei dirigenti scolastici.

Su richiesta della rete di scuole di Trieste sono stati progettati e attuati due MIF in presenza rispettivamente su "Ottica e Meccanica Quantistica" e "Massa ed Energia in  $E=mc^2$ " mirati alla revisione verticale del curriculum di fisica nel liceo scientifico. Tali MIF sono stati ripetuti nella sede di Udine per le scuole di Udine e Pordenone.

A Udine sono stati realizzati anche un MIF su "App per Mobile nel laboratorio di fisica" e un MIF sugli esperimenti di fisica moderna a cui hanno partecipato insegnanti di tutto il triveneto.

Su richiesta della rete di scuole del Veneto orientale sono stati fatti 2 MIF rispettivamente su "Gli esercizi di Fisica per la Maturità" e "Fisica Moderna nella Scuola".

I MIF realizzati hanno dato luogo a più di una ricerca da parte degli insegnanti partecipanti che ne hanno effettuato comunicazione ai congressi nazionali AIF e SIF.

Una collana di seminari, tenuti da docenti dell'Università di Udine, dell'AIF e di altre sedi italiane e straniere, ha dato risposta agli interessi sull'innovazione didattica e di fisica moderna a 340 insegnanti partecipanti.

#### 4.2 Scuola Estiva per insegnanti

La Scuola Nazionale intensiva per Insegnanti su Fisica Moderna SNIFM17 si è tenuta nel periodo 4-9/9/17 ed è stata frequentata da 20 insegnanti. Essa è la terza edizione di tale tipo di scuola realizzata dal 2007..

È stato previsto che ciascun partecipante potesse avere personale e diretta esperienza di costruzione del pensiero formale a partire dallo studio fenomenologico di tipo esplorativo o di laboratorio avanzato, utilizzando strumenti e



Fig. La foto di gruppo della Scuola estiva insegnanti SNIFM17

metodi della più recente ricerca internazionale sulla didattica: sia in percorsi tematici; sia in laboratori sperimentali; sia multimediali. Potesse esplorare in laboratori di tipo esperienziale dell'utilizzo di tutorial con strategia IBL, messi a punto a livello internazionale e che rappresentano sfide intellettuali che sviluppino competenze.

Le tipologie di attività sono state: 1) percorsi di esplorazione attiva analizzando fenomeni e possibili interpretazioni sui temi della spettroscopia ottica, della meccanica quantistica e della superconduttività; 2) laboratorio sperimentale a gruppi su esperimenti di avanguardia e cruciali per la fondazione delle due nuove teorie dell'ultimo secolo, come la meccanica quantistica e la relatività, con modalità in presenza e diretta conduzione delle misure a gruppi nei Laboratori di Fisica dell'Università di Udine; 3) problem solving, test, problemi, esercizi, sfide e gare sui concetti affrontati; 4) seminari su temi di avanguardia della fisica moderna.

Ogni attività era parte di un percorso organico di formazione sui principali temi della fisica moderna: uno stretto coordinamento tra tutti i docenti ha permesso di mettere a punto i materiali utilizzati, che erano la ricaduta didattica di anni di ricerca. Gli esperimenti proposti costituiscono spesso prototipi o esemplari unici di esperimenti di fisica moderna a livello europeo.

Tutta l'attività della Scuola è stata seguita da a tre livelli: dottorandi universitari, insegnanti di fisica esperti, ricercatori e professori universitari.

#### 4.3 MASTER e CORSO DI PERFEZIONAMENTO IDIF06.

Il Master e il Corso di Perfezionamento IDIF06 sono stati istituiti all'Università di Udine nel 2016/17 e condivisi da 18 Atenei e dall'INFN per un'offerta didattica di 146 cfu, di cui 68 cfu in presenza e 78 cfu a distanza, organizzata in moduli di 2cfu (tipo MIF). È stata allestita una piattaforma per l'attività a distanza secondo studi di ricerca sull'e-learning effettuati in passato, a partire dallo standard U-Portal (USA). I materiali utilizzati sono stati i prodotti di ricerche validate a livello internazionale sull'innovazione didattica. Il manifesto pubblicato alla pagina <http://www.fisica.uniud.it/URDF/laurea/idifo6/master-idifo6.html> con tutte le descrizioni dell'attività ha richiesto un lungo iter interno. Soddisfazione e successo del nuovo impianto sono stati l'esito di un processo inaspettatamente faticoso. A tutti gli iscritti è stata concessa borsa di studio, con le modalità previste nel Manifesto.

Sono stati regolarmente erogati ad oggi 47 MIF di 2cfu da parte di 23 docenti ai 27 iscritti. I MIF del Master sono stati erogati anche localmente in presenza per gruppi di insegnanti nelle diverse sedi. Molti sono stati i partecipanti non iscritti. Gli insegnanti interessati hanno potuto iscriversi per tutto il biennio a Singoli MIF. Tale modalità ha permesso la costituzione di corsi organici certificati anche in presenza, in risposta alla domanda delle singole scuole e di reti di scuole.



Il Master IDIF06 (M-IDIF06) ha permesso ad ogni partecipante di scegliere il proprio curriculum formativo di 60cfu (416 ore di lezioni e 1500 ore di studio) da completare in 2 anni in base alle proprie esigenze formative, con i seguenti vincoli: 20 cfu scelti dal corsista su 4 profili principali (fisica atomica e nucleare, meccanica quantistica, spettroscopia e astrofisica, esperimenti avanzati ed attività complementari del curriculum MIUR), 10 cfu di corsi trasversali e metodologici, 10 cfu di progettazione didattica, 8 cfu di sperimentazione didattica, 12 cfu di prova finale con attività didattica in classe.

Il Corso di Perfezionamento IDIF06 (CP-IDIF06) ha permesso ad ogni partecipante di scegliere il proprio curriculum formativo di 16 cfu (106 ore di lezioni e 300 ore di studio) da completare in 2 anni in base alle proprie esigenze formative, con i seguenti vincoli: 6 cfu scelti dal corsista su 4 profili principali, 4 cfu di corsi trasversali e metodologici, 2 cfu di progettazione didattica, 2 cfu di sperimentazione didattica, 2 cfu di prova finale con attività didattica in classe.

La formalizzazione degli accordi con tutte le sedi è stata rivisitata dai nuovi Dipartimenti ed ha richiesto un nuovo impegno, che poco si è valso dell'esperienza. Si sono iscritti meno insegnanti rispetto al passato, per la prorompente iniziativa apparentemente meno impegnativa offerta on-line da Roma Tre e presentata in conferenze di servizio del MIUR per le scuole.

## **5. Azioni per la riduzione del tasso di abbandono**

L'Università di Udine condivide con l'Università di Trieste il Corso di Laurea in Fisica e non ha un proprio autonomo corso di Laurea triennale in fisica. Ha però sempre avuto un Dipartimento di Fisica, ora accorpato nel Dipartimento di Scienze Matematiche, informatiche e Fisiche, che eroga e sostiene i corsi di fisica per i corsi di laurea delle aree disciplinari di agraria, biotecnologie, informatica, ingegneria, matematica, medicina. Si affronta quindi da anni il problema dell'insegnamento della fisica a non fisici. Essendo ora il PLS interessato ai corsi di laurea in matematica e biotecnologie, ci siamo impegnati per studi basati sulla ricerca per gli insegnamenti della fisica ai corsi di laurea in Biotecnologie e di area agraria.

Alla pagina <http://tid.uniud.it/sites/default/files/Michelini.pdf> è pubblicato il progetto per il Corso di Fisica a Biotecnologie. Il lavoro di innovazione didattica nel corso di fisica per biotecnologie sta proseguendo sulle seguenti linee: a) Struttura: le 30 ore di corso tradizionalmente erogate sono state aumentate di 10 ore con delibera del CCS per potenziare con il laboratorio ed esercizi la formazione di base; b) Laboratorio: è stata introdotta un'attività di laboratorio per tutti gli studenti di almeno 10 ore; c) Esercizi: sono state predisposte e offerte diverse batterie di test, avvalendoci della letteratura di ricerca in materia; d) Contenuti: sono stati selezionati temi di base per i caratterizzanti il CCS, ispirandoci agli studi di letteratura sulla didattica universitaria. Seminari hanno proposto approfondimenti su nanotecnologie; e) Risorse didattiche per gli studenti: tutte le slide delle lezioni e gli esercizi risolti sono stati messi a disposizione degli studenti in piattaforma dedicata in cui in un forum si sono discussi dubbi ed esigenze formative; f) Risorse umane: il CCS ha riconosciuto 10 ore a contratto per sostenere le attività di laboratorio e altrettante ore a titolo gratuito di un dottorando per la preparazione di materiali; g) Valutazione finale: il voto di ogni studente in 30/30 si basa su: a) Esercizi scritti; b) Portfolio delle relazioni di laboratorio e sui seminari. Il lavoro svolto ha coinvolto tutti i 60 studenti iscritti ed è stato oggetto di ricerca in merito all'apprendimento dei singoli temi e per la definizione di un curriculum di fisica di base commisurato ai futuri biotecnologi. I risultati documentano un arricchimento di competenze ed un successo formativo del 70% rispetto a quello del 53% in passato. Si proseguirà nell'la 2017-18 con il riconoscimento istituzionale di 4cfu (uno in più) al corso di Fisica e 50 ore di attività, con approvazione MIUR della modifica del Mod. B del CCS. Alla pagina <http://tid.uniud.it/sites/default/files/Stefanel.pdf> è pubblicato il progetto per i Corsi di Fisica di area agraria con elevato numero di studenti: Scienze Agrarie (61); Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura (80); Viticoltura e Enologia (114); Scienze e Tecnologie Alimentari (164). L'impostazione dell'innovazione ha seguito il progetto sopra descritto per gli aspetti curriculari e di esercitazioni; ha introdotto attività di laboratorio facoltative ed un attento monitoraggio degli apprendimenti. Il lavoro svolto in entrambe i progetti è stato selezionato per la pubblicazione in congressi nazionali ed internazionali. Al corso di Laurea in Matematica si è contribuito con laboratori sperimentali per studenti.

I progetti approvati dai rispettivi consigli di corso degli studi (CCS), hanno ricevuto anche una valutazione di Ateneo, da parte di una specifica commissione composta dai rappresentanti di tutti i Dipartimenti, del nucleo di valutazione e dei delegati rettorali per l'innovazione didattica e gli studenti,

essendo stati sottoposti come Progetti di Innovazione Didattica al Tavolo di Innovazione Didattica dell'Università di Udine.

## 7. Conclusioni

Il progetto IDIFO6 è stato proposto e promosso dall'Unità di Ricerca In Didattica della Fisica dell'Università di Udine nell'ambito del PLS nell'a.s. 2016-17. Ha offerto sia alle scuole del territorio sia a suole di tutta Italia sette diverse proposte di fisica moderna, con impostazione didattica laboratoriale, che attuano strategie IBL e sono basate sulla ricerca didattica. Sono state offerte diverse tipologie di laboratori didattici per studenti integrati con attività nelle scuole per un totale di non meno di 16 ore: laboratori Cloe, di mezza giornata, Masterclass di un'intera giornata; laboratori sperimentali di fisica avanzata di 2.4 ore e per l'orientamento formativo. Le tematiche più frequentate sono state quelle della ottica fisica e della spettroscopia. Tutte le attività hanno previsto una fase di co-progettazione con i docenti delle scuole e in qualche caso con intere scuole. Sono state inoltre proposte e realizzate attività di alternanza scuola-lavoro caratterizzate da definiti compiti di lavoro per gli studenti e prodotti che dovevano realizzare. Di particolare risalto sono le due scuole estive sulla fisica moderna proposte a studenti di talento selezionati tra i migliori di tutta Italia.

Per la formazione insegnanti sono stati offerti Moduli formativi per insegnanti, un corso di Perfezionamento, un Master, una scuola nazionale per insegnanti, progetti di alternanza scuola-lavoro.

Le specifiche proposte didattiche costituiscono altrettanti modelli di collaborazione tra scuola e università.

## Bibliografia

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Hofstein, A., et al. (2004) Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397 – 419.
- Archidiacono A., Clama L., Florian P., Michelini M., Stefanel A., Santi L. (2017) Progettazione e messa a punto di semplici esperimenti in percorsi di alternanza scuola lavoro, Congresso SIF, Trento 11-15 sett. 2017.
- Battaglia R O, Cazzaniga L, Corni F, De Ambrosis A, Fazio C, Giliberti M, Levrini O, Michelini M, Mossenta A, Santi L, Sperandeo R M, Stefanel A (2011) *Master IDIFO: a community of Italian physics education researchers for a community of teachers on modern physics*, in *Physics Community & Cooperation Vol. 2*, Raine D, Hurkett C & Rogers L eds., Leicester: Lulu, 97-136
- Buongiorno D., Michelini M. (2017) Proposte laboratoriali di spettroscopia ottica come ponte tra la fisica classica e quella moderna, *La Fisica nella Scuola*, 50 (supp.1), 31-38
- Buongiorno D., Michelini M., Santi L, Stefanel A. (2018a) From one slit to diffraction grating: optical physics lab by means of computer on-line sensors, sottomesso per prooc. Girep Sem., Krakow 30 Aug-3 Sept 2016.
- Buongiorno D, Fera G, Michelini M. (2018b) Low cost experimental proposal to bridge from classical to modern physics. sottomesso per prooc. Girep Sem., Krakow 30 Aug-3 Sept 2016.
- Buongiorno D., Michelini M., Petris M., Santi L., Stefanel A. (2017a) *La realizzazione del Progetto IDIFO6 del PLS nell'a.s. 2016-17*, Congresso AiF Lucca, 18-21 OTT. 2017
- Buongiorno D., Michelini M., Petris M., Santi L., Stefanel A. (2017b) Attuazione del progetto IDIFO6 del PLS-Fisica, Congresso SIF, Trento 11-15 sett. 2017.
- Buongiorno D., Longo A., Michelini M., Ricci D., Santi L., Pagotto S. (2017c) App in Sound Measure to gain a school-work experience, MPTL Conf., Milton Keynes, (UK, 13-16 sept.2017.
- Cassan C, Colombo M, Michelini M, Mossenta A, Santi L, Stefanel A, Vercellati S, Viola R (2010) *Scuola estiva di Fisica Moderna per studenti di scuole secondarie superiori. Udine 27-31 luglio 2009*, *La Fisica nella Scuola*, XLIII, sup.4, pp.61-73
- Corni F., Mazzega E., Michelini M., Ottaviani G. (1993a) *Understand TRR by simple experiments*, GIREP Book Light and Information, L C Pereira et al eds. Univ. do Minho, Braga.
- Corni F., Mascellani V., Mazzega E., Michelini M., Ottaviani G. (1993b) *A simple on-line system employed in diffraction experiments*, in *Light and Information*, Girep book, L C Pereira, J A Ferreira, H A Lopes Editors, Univ. do Minho, Braga.
- Corni F., Michelini M., Santi L., Soramel F., Stefanel A. (1996a) *The concept of the cross section*, in *Teaching the Science of Condensed Matter and New Materials*, Udine: Forum, p.193



- Corni F., Michelini M., Santi L., Stefanel A. (1996b) *Rutherford Backscattering Spectrometry: a technique worth introducing into pedagogy*, in Teaching the Science of Condensed Matter and New Materials, Udine: Forum, p.266
- Gervasio M, Michelini M, Mossenta A, Santi L, Sciarratta I, Stefanel A, Vercellati S, Viola R (2010) *Attività di laboratorio nell'ambito della scuola estiva di fisica moderna dell'Università di Udine*, La Fisica nella Scuola, XLIII, sup.4, pp.125-130
- Ghirardi G C, Grassi R, Michelini M, (1996) *A Fundamental Concept in Quantum Theory: The Superposition Principle*, in Thinking Physics for Teaching, Aster, Plenum Publishing Corporation, p.329
- Ghirardi G C, Grassi R, Michelini M (1997) *Introduzione delle idee della fisica quantistica e il ruolo del principio di sovrapposizione lineare*, La Fisica nella Scuola, XXX, 3S., Q7, p.46-57.
- Hake R.R.:(2000) Is it Finally Time to Implement Curriculums? AAPT Announcer 30(4) 103.
- Martinuzzi F., Michelini M., Santi L., Stefanel A. (2015) SENS-FM: Scuola Estiva Nazionale per Studenti di Scuola secondaria superiore., La Fisica nella Scuola, XLIX-Sup. 2, pp. 136-142
- McDermott, L. C. (1991). What we teach and what is learned: Closing the gap [Millikan Lecture 1990]. *American Journal of Physics*, 59, 301-315.
- McDermott L. C., Shaffer P. A., the Physics Education Research Group (1998) *Tutorials in Introductory Physics*, Upper Saddle River: Prentice Hall
- Michelini M. (2010) *Building bridges between common sense ideas and a physics description of phenomena*, in Menabue L, Santoro G eds. *New Trends in STE*, Bologna: CLUEB, 257-274.
- Michelini M ed. (2010a) *Formazione a distanza degli insegnanti all'innovazione didattica in fisica moderna e orientamento.*, MIUR-PLS-UniUD, Udine [ISBN: 978-88-97311-01-0]
- Michelini M ed. (2010b) *Progetto IDIFO. Fisica Moderna per la Scuola. Materiali, aspetti e proposte per l'innovazione didattica*, MIUR-PLS-UniUD, Udine [ISBN: 978-88-97311-02-7].
- Michelini M ed. (2010c) *Proposte didattiche sulla fisica moderna, Strumenti per una didattica laboratoriale*, MIUR-PLS-UniUD, Udine [ISBN 978-88-97311-04-1]
- Michelini M., Pugliese E., Santi L. (2013) Massa-Energia nella scuola secondaria superiore- Eccesso di massa e "massa efficace" del fotone, *La Fisica nella scuola*. XLVI, n 1 suppl., pp. 123-134.
- Michelini M., Pugliese E. & Santi L. (2014) Mass from Classical Physics to Special Relativity: Learning Results, in Tasar F.ed., Proceedings of The World Conference on Physics Education 2012, Pegem Akademiel [ISBN 978-605-364-658-7], pp 141-154
- Michelini M, Ragazzon R, Santi L, Stefanel A (2000) *Proposal for quantum physics in secondary school*, Phys. Educ. 35(6), p.406
- M. Michelini, L. Santi, A. Stefanel (2014a) *Basic concept of superconductivity: a path for high school*, in FFP&PER, Burra G. S., Michelini M, Santi L, eds, Springer: Heidelberg, 453-460.
- Michelini M, Stefanel A (2010) *High school students face QM basic concepts*, in *New Trends in Science and Technology Education*. Selected Papers, vol. 1, Menabue L and Santoro G eds., CLUEB, Bologna [ISBN 978-88-491-3392-9], pp. 308-322
- Michelini M, Santi L, Stefanel A (2010) *La Scuola estiva per studenti di scuola superiore sulla fisica moderna a Udine, Frascati Physics Series – Italian Collection*, Collana: Scienza Aperta Vol. II
- Michelini M., Stefanel A., Santi L. (2017) SEFM2016: La Scuola Estiva di Fisica Moderna 2016 per Studenti di scuola secondaria superiore. *La Fisica nella Scuola*, 50 (supp.1), pp.129-141
- Michelini M, Santi L., Stefanel A. (2014b) Upper secondary students face optical diffraction using simple experiments and on-line measurements, Proceedings FFP14, France, E. Kajfasz, T. Masson and R. Triay eds) [http://pos.sissa.it/archive/conferences/224/240/FFP14\\_240.pdf](http://pos.sissa.it/archive/conferences/224/240/FFP14_240.pdf)
- Michelini M., Stefanel A. (2017) Un approccio fenomenologico alla superconduttività e i processi di apprendimento degli studenti, in *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*. X, N.S, 27-41.
- Michelini M, Viola R (2010) *Un percorso hand-on sulla superconduttività con gli studenti della scuola estiva di fisica moderna a Udine*, La Fisica nella Scuola, XLIII, sup.4, pp.155-160
- Mossenta A. (2010), *Frascati Physics Series – Italian Collection*, Collana: Scienza Aperta Vol. II,
- Ostermann F., Moreira M.A. (2000). *Revista de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (2), 18, 391-404.
- Stefanel A, Michelini M, Santi L.(2014b) *High school students analysing the phenomenology of superconductivity*, in *Proc. of The WCPE 2012*, Tasar F.ed., Pegem Akademiel, 1253-1266